ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 16 OCTOBRE 1916.

PRÉSIDENCE DE M. CAMILLE JORDAN.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS
DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

En présentant à l'Académie le Tome II des ŒUVRES DE HENRI POINCARÉ PUBLIÉES SOUS LES AUSPICES DU MINISTÈRE DE L'INSTRUCTION PUBLIQUE, M. **GASTON DARBOUX** s'exprime en ces termes :

Au lendemain de la mort prématurée d'**HENRI POINCARÉ**, ses confrères, ses amis, ses admirateurs ont été unanimes à penser que notre pays devait rendre au géomètre qu'il venait de perdre le même hommage qu'il avait rendu aux plus grands : à Lagrange, à Laplace, à Fourier, à Cauchy. Le Ministère de l'Instruction publique a décidé de publier sans tarder les *Œuvres* de Henri Poincaré. Un traité a été conclu à cet effet avec l'éditeur M. Gauthier-Villars, que tant de travaux analogues, exécutés avec un désintéressement et une habileté universellement reconnus, désignaient pour cette tâche nouvelle. Le soin de surveiller et de diriger la publication m'a été confié. Je n'en verrai pas l'achèvement; mais ce sera l'honneur de ma carrière d'en avoir provoqué et commencé l'exécution.

Le plan et le contenu des divers Volumes ont été complètement arrêtés. Dans le désir de provoquer des recherches, j'ai cru devoir commencer par le Tome II, parce qu'il contient les travaux les plus importants de la jeunesse de Poincaré, ceux qui concernent les fonctions fuchsiennes. L'hommage ainsi rendu à un savant illustre se doublera, je l'espère, d'un service rendu aux géomètres.

Dans la revision et la correction du texte, j'ai eu l'heureuse fortune d'être aidé et secondé par un jeune géomètre des plus distingués, M. *Nörlund*, professeur à l'Université de Lund. Il avait fait, depuis

longtemps, l'étude la plus approfondie des travaux que Poincaré a publiés sur ce beau sujet. Les notes nombreuses qu'il a ajoutés en différents endroits et à la fin du Volume mettront en évidence toute la valeur de sa collaboration. M. Nörlund unit à son beau talent mathématique une parfaite connaissance de la langue française.

Aux remerciements bien vifs et bien mérités que j'ai le plaisir et le devoir de lui offrir, je désire associer M. *Ernest Lebon*, professeur honoraire de l'Université, lauréat de deux de nos Académies, qui a revu avec le plus grand soin les épreuves et qui m'a déjà donné son concours si précieux pour la publication du *Bulletin des Sciences mathématiques* et pour celle de mes *Leçons*.

Commencée avant la guerre déchaînée par des mains criminelles, la publication de ce Volume, qui contient un beau portrait dû à notre Confrère de l'Académie des Beaux-Arts, M. Waltner, s'est poursuivie et achevée au milieu de difficultés de toute sorte et malgré la lenteur des communications.

BOTANIQUE. — *Anomalies déterminées par la gamogemmie consécutive au traumatisme.* Note de M. **Paul Vuillemin**.

Quelques pieds de *Linaria vulgaris* L., enchevêtrés à des ronces à la lisière d'un champ, près d'Épinal, avaient été fauchés antérieurement, à une hauteur variant de $0^m,12$ à $0^m,35$. Ils nous ont fourni, le 20 septembre 1916, quarante-neuf fleurs de forme insolite. Sauf trois fleurs nettement latérales, toutes occupaient le sommet de tiges de deuxième ou de troisième ordre ; elles avaient devancé, dans leur épanouissement, les fleurs sous-jacentes.

Le traumatisme, l'époque tardive de la refloraison, souvent invoqués comme facteurs tératogènes, favorisent la production des anomalies; ils ne la déterminent pas directement; tout ce dont ils sont capables, c'est de provoquer l'apparition d'une cause prochaine, qu'il reste à dégager de la comparaison des variations numériques et morphologiques réunies simultanément dans un espace restreint.

Les nombres inscrits entre parenthèses dans le texte renvoient aux numéros d'ordre des échantillons, de 1 à 46 pour les fleurs supérieures, de 47 à 49 pour les latérales.

Aucune des quarante-six fleurs supérieures n'est munie d'un unique

éperon, réserve faite pour une fleur (32) dont la corolle était tombée, tandis que la grappe sous-jacente était encore en boutons. Une seule fleur est privée d'éperon (20); six ont deux éperons (28, 29, 43-47); cinq en ont trois (25-27, 41, 42); cinq en ont quatre (22-24, 39, 40); onze en ont cinq (6, 13, 21, 30, 31, 33-38); six en ont six (14-19); sept en ont sept (5, 7-12); trois en ont huit (1, 2, 4); une en a neuf (3).

Outre les dix-sept fleurs où le nombre des éperons dépasse cinq, on trouve plus de cinq pétales avec cinq éperons (6, 13, 21), avec quatre éperons (22, 23), avec trois éperons (25-27), avec deux éperons (28, 29, 43), sans éperon (20). Au total seize fleurs à six pétales, sept à sept, trois à huit, une à neuf, deux à dix. A ces vingt-neuf corolles pléiomères ajoutons trois fleurs qui, avec une corolle pentamère, ont six (30, 31) ou sept (40) sépales. L'augmentation du nombre des pièces florales est donc dûment constatée dans trente-deux sur quarante-cinq fleurs supérieures, soit 71 pour 100. Cette proportion est un minimum, car le nombre des pétales ou des sépales n'a pas été précisé dans treize fleurs munies de deux à cinq éperons (24, 33-39, 41, 42, 44-46).

Dans les rares grappes où l'épanouissement progresse régulièrement de bas en haut, la fleur supérieure est normale. Les fleurs latérales sont pour la plupart normales. Les trois fleurs notées (47-49) ont six pétales et deux éperons.

La fleur de Linaire étant d'ordinaire construite sur le type cinq dans le calice, la corolle, l'androcée, les nombres oscillants entre cinq et dix, qui prédominent dans cette récolte, sont insolites. Ce n'est pas une raison suffisante pour considérer ces fleurs comme atypiques.

Certaines plantes offrent plusieurs types floraux, ne différant que par le degré de fréquence. Ainsi les fleurs normales de *Phlox* sont construites le plus souvent sur le type cinq, plus rarement sur les types six, quatre, ou sept. Les fleurs qui ont plus ou moins de cinq pétales sont dites *métatypiques*.

Dans les fleurs métatypiques, les divers cycles sont également affectés : calice, corolle, androcée restent isomères. Nous excluons de cette catégorie le *Linaria vulgaris*, attendu que l'isomérie, sans être bannie des fleurs pléiomères, n'y est pas habituelle. La numération des pièces appartenant aux autres verticilles n'a pas été aussi complète que celle des pétales. Nous avons constaté néanmoins que l'androcée ne suit pas régulièrement la même progression que la corolle. A côté d'une fleur à sept étamines (9), d'une pélorie hexamère dans les trois premiers verticilles (20), nous comptons

cinq étamines dans une fleur à neuf éperons (3) et souvent moins d'étamines qu'à l'état normal sous une corolle pléiomère. Le nombre des sépales est tantôt égal à celui des pétales, tantôt supérieur, tantôt inférieur.

La métatypie écartée, la pléiomérie ne peut s'expliquer que de deux manières : partition des pièces normales ou addition des pièces étrangères à la fleur simple.

Un seul argument est susceptible d'être exploité en faveur de l'hypothèse de la partition. Nous avons, d'une part, des éperons simples dont le nombre s'élève jusqu'à huit, d'autre part des éperons une ou deux fois bifurqués, séparés seulement à l'extrême pointe ou plus profondément jusqu'au voisinage de l'insertion. Si ces pièces dichotomes représentent divers degrés d'une bipartition aboutissant à l'isolement d'éperons supplémentaires, leur présence implique un excès de matériel formatif et une dilatation de la corolle à leur niveau. Nous avons observé l'inverse (10, 24).

La fleur 10 a deux éperons simples, un éperon bifurqué et un quatrième éperon voisin du précédent, qui, après une première bifurcation, présente une nouvelle dichotomie de l'une des deux branches. Dans l'hypothèse de la partition, la corolle serait trop pauvre pour fournir le cinquième pétale qui ne manque à aucune autre fleur de la récolte et pourtant assez riche pour subvenir à la division de deux éperons et à la subdivision de l'un d'eux. Ce paradoxe disparaît dans l'hypothèse inverse de la confluence de plusieurs éperons par suite d'un rétrécissement de la corolle. La persistance de six sépales, dont deux rejetés sur un plan inférieur, parle dans le même sens.

La fleur 24 possède, outre deux éperons simples, un éperon terminé par deux pointes égales. Les lobules labiaux correspondant à chaque sommet de cet éperon sont séparés par une languette dressée, appartenant à un pétale intercalé entre les deux moitiés de l'éperon bifide. Ces deux moitiés représentent deux pétales distincts entre eux, comme ils le sont d'un même troisième qui les sépare. L'éperon bifurqué résulte de la cohérence incomplète de deux unités, non de la bipartition d'une seule.

La bifurcation d'un éperon en moitiés égales, susceptible d'être interprétée *a priori* en faveur aussi bien d'une dispersion que d'une convergence, s'explique mieux, en fait, par une réduction que par une progression numérique.

Un argument décisif est fourni par des vestiges fonctionnellement superflus, petits pétales détachés du tube (5, 12) ou même rejetés hors de la corolle (1, 2, 21).

Nous n'avons aucune preuve de partition pouvant fournir des nombres de pétales supérieurs à cinq. Par contre, il est certain que des nombres oscillant entre dix et cinq proviennent d'une diminution par atrophie, réunion ou élimination de rudiments préexistants. Donc les nombres intermédiaires dérivent du maximum dix, non du minimum cinq. Le point de départ de nos anomalies n'est pas la fleur typique, mais une fleur décamère que l'on pourrait taxer de diplotypique.

La fleur normale des Linaires étant fixée au type cinq, une fleur virtuellement décamère ne peut exister qu'en vertu de la combinaison de deux bourgeons apportant chacun les matériaux d'une fleur typique. Nous sommes ainsi conduits à considérer la gamogemmie comme la cause prochaine de nos anomalies.

La fusion des bourgeons résulte de la section de la tige et des branches, parce que les rejets, les branches, les rameaux, émis en grand nombre, portent des grappes dont l'axe s'allonge peu, si bien que les bourgeons supérieurs se confondent en donnant une fleur d'apparence terminale, à floraison accélérée.

Les modifications morphologiques vont de la synanthie à l'unification complète des deux fleurs composantes. Dans la synanthie les deux corolles sont distinctes, parfois séparées par deux fissures (3, 6), dont l'une persiste plus longtemps (1, 4, 5, 8, 9, 12, 13, 23, 24, 30, 40, 48, 49). La place des fissures oblitérées reste marquée par un ou deux pétales exclus du tube (1, 2, 21). La symétrie, troublée dans quinze fleurs, se rétablit, soit sur le type zygomorphe, soit sur le type actinomorphe de la pélorie, sans éperon (20), à sept (11), à six (15, 16, 18, 19), à cinq éperons (33-38).

Les mêmes changements numériques et morphologiques caractérisent la fleur supérieure des grappes raccourcies d'une race demi-naine d'*Antirrhinum majus*. La gamogemmie, transmissible par graine dans ce dernier cas, fait son apparition sous l'influence de la taille chez la Linaire.

ÉLECTIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à l'élection d'un délégué à la *Commission de contrôle de la Circulation monétaire*, en remplacement de M. *Armand Gautier*, Membre sortant.

M. **Armand Gautier** réunit l'unanimité des suffrages.

CORRESPONDANCE.

M. H. Mansuy adresse des remercîments pour la distinction que l'Académie a accordée à ses travaux.

M. Jules Welsch adresse un Rapport complémentaire et un résumé sur les résultats des travaux entrepris avec l'aide d'une subvention sur le *Fonds Bonaparte*, qui lui a été accordée en 1913.

M. le Secrétaire perpétuel signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

Des conférences faites par M. Fleurent, Professeur au Conservatoire des Arts et Métiers et publiées sous le titre : *La guerre. Un effort à faire. Les industries chimiques en France et en Allemagne. Aperçu général sur les causes de leur développement comparatif* et *Considérations sur leur développement particulier.* (Présenté par M. Th. Schlœsing fils.)

NOMOGRAPHIE. — *Anamorphose graphique d'une surface topographique.* Note [1] de M. **Rodolphe Soreau**, présentée par M. Ch. Lallemand.

Soit une surface topographique (S) représentant un phénomène $F(x, y, z) = 0$ à deux paramètres x, y par des courbes de niveau $F(x, y, c) = 0$, la fonction F étant connue ou non. Je me propose de l'anamorphoser en un abaque cartésien, exactement ou de façon approchée. Dès lors, le phénomène pourra être mis en équation sous l'une des formes

$$f(x) + g(y) + h(z) = 0, \tag{A}$$

$$f(x)\, l(z) + g(y) + h(z) = 0. \tag{B}$$

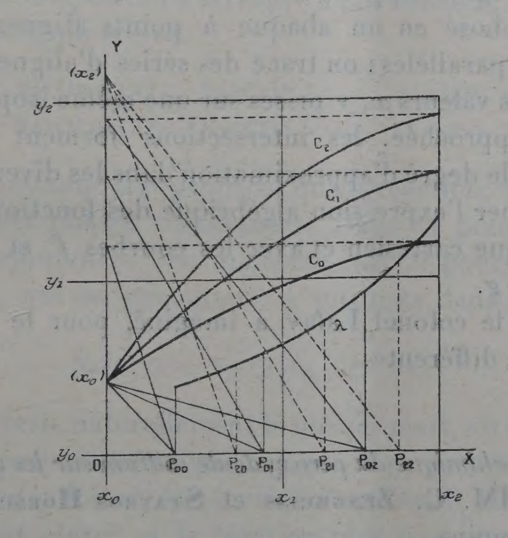
La méthode est basée sur cette propriété, qui résulte d'une de mes précédentes Notes [2] : la tangente en un point x_n, y_p, z_{np} d'une isoplèthe

(1) Séance du 9 octobre 1916.

(2) *Comptes rendus*, t. 155, 1912, p. 1065.

de (S) a pour pente $\gamma_{np} = -\dfrac{f'(x_n)}{g'(y_p)} l(z_{np})$. Appelons *coupe* y_p les intersections de (S) par la droite $y = y_p$: 1° quand (S) est réductible à (A), la coupe y_p donne $\gamma_{np} = \mathrm{K} f'(x_n)$; si donc, par un pôle P pris sur OX, on mène les parallèles aux tangentes, on obtient sur OY l'échelle $\mathrm{Y} = f'(x)$, d'où la courbe C_p figurative de $f'(x)$; 2° quand (S) est réductible à (B), la coupe y_p donne $\gamma_{np} = \mathrm{K} f'(x_n) l(z_{np})$; si l'on connaissait $l(z)$, la même construction serait applicable en prenant une série de pôles P_{np} à des distances de O inversement proportionnelles à $l(z_{np})$.

Épure d'essai. — Traçons sur (S) six droites $x = x_0, x_1, x_2$ et $y = y_0, y_1, y_2$. Déterminons, pour les trois coupes y_p, les ordonnées d'abscisses x_n des trois courbes C_p, avec pôle unique P_p pour chaque coupe. Si les trois



séries d'ordonnées sont proportionnelles, on peut, en les réduisant, superposer les trois courbes : l'anamorphose (A) est alors réalisable. Si l'on a une quasi-proportionnalité en rapprochant au besoin les limites y_0, y_2 du domaine d'application, cette anamorphose ne sera qu'approchée.

A défaut, essayons (B). Plaçons les pôles P_{00}, P_{01}, P_{02} de façon à faire coïncider les points des trois courbes C_p situés sur x_0, ce qui est facile par construction inverse; puis cherchons à placer les pôles P_{20}, P_{21}, P_{22}. En P_{00}, P_{01}, P_{02} élevons à OX des perpendiculaires proportionnelles aux cotes z_{00}, z_{01}, z_{02} et joignons les extrémités par une courbe λ; inversement, prenons sur λ les points d'ordonnées proportionnelles à z_{20}, z_{21}, z_{22} et projetons-les sur OX : les pôles P_{20}, P_{21}, P_{22} ainsi déterminés conviennent si les paral-

lèles menées par ces pôles aux tangentes correspondantes se coupent en un point (x_2) de OY. Il est alors à présumer que l'anamorphose (B) est possible; pour le confirmer, déterminons de même P_{10}, P_{11}, P_{12}, et voyons si l'on obtient un point (x_1) sur OY. Lorsque, au lieu de deux points (x_2), (x_1) sur OY, on a des triangles à faible distance de OY, on peut réaliser l'anamorphose approchée (B).

Épure définitive. — On achève la construction de la courbe médiane C_1, avec pôle unique pour l'anamorphose (A), et, pour l'anamorphose (B), avec une série de pôles que fournit la courbe λ. Puis on construit l'intégrale graphique de C_1; sa projection sur OY donne l'échelle $Y = f(x)$. On obtient de même $X = g(y)$.

Pour juger du degré d'approximation obtenu, il sera bon de transformer l'abaque anamorphosé en un abaque à points alignés, en portant ces échelles sur deux parallèles; on trace des séries d'alignements correspondant chacune à des valeurs x, y prises sur une même isoplèthe. Dans le cas d'anamorphose approchée, les intersections forment des taches dont l'étendue indique le degré d'approximation dans les diverses régions.

On peut chercher l'expression algébrique des fonctions f, g, h, l; on opérera sur l'abaque cartésien et avec les courbes f' et g', de préférence aux courbes f et g.

Rappelons que le colonel Lafay a imaginé, pour le même objet, une construction toute différente.

CHIMIE. — *Action chimique du peroxyde de sodium sur les oxydes de carbone.* Note [1] de MM. **C. Zenghelis** et **Stavros Horsch**, présentée par M. Georges Lemoine.

Des recherches sur l'action des différents gaz sur le peroxyde de sodium ont été faites, il y a très longtemps [2]. Nous avons répété en partie ces expériences et nous avons trouvé l'action, en général, beaucoup plus vive qu'on ne l'avait constatée autrefois.

Action des oxydes de carbone sur le peroxyde de sodium seul. — Avec l'oxyde

(1) Séance du 9 octobre 1916.

(2) Gay-Lussac et Thénard, *Action de* CO^2 *et* SO^2 (*Gmelin-Kraut Handb. der anorg. Chem.*, t. II, 1, p. 294). — Harcourt, *Action de* CO, CO^2, N^2O *et* NO (*Jahresber. der Chem.*, 1861, p. 169).

de carbone l'attaque est assez vive : la température s'élève un peu et il se forme du carbonate. L'anhydride carbonique agit avec une plus grande intensité, la température s'élevant considérablement. D'après Harcourt, on a

$$Na^2O^2 + CO = Na^2CO^3,$$
$$Na^2O^2 + CO^2 = Na^2CO^3 + O.$$

Les produits finals sont en effet ceux-ci. Dans le cas de l'anhydride carbonique, il se dégage de l'oxygène libre *activé*, qui brûle vivement des substances facilement oxydables et mêlées avec le peroxyde, telles que le fer, l'aluminium, le magnésium, le charbon, différentes substances organiques, etc.

L'effet thermique avec l'anhydride carbonique étant inférieur à celui de l'oxyde de carbone, on pouvait s'attendre à une réaction moins vive, tandis que c'est le contraire qui arrive.

$$Na^2O^2 + CO = Na^2CO^3 \quad + 123330^{cal},$$
$$Na^2O^2 + CO^2 = Na^2CO^3 + O + \quad 55225^{cal}.$$

Nous regardons comme très probable que la réaction, dans le second cas, s'accomplit en deux phases simultanées. Dans la première phase deux molécules CO^2 s'ajoutent à une molécule Na^2O^2 pour former le percarbonate $Na^2C^2O^6$, qui se décompose à son tour dans la seconde phase comme il suit :

$$Na^2C^2O^6 = Na^2CO^3 + CO^2 + O.$$

L'effet thermique reste naturellement le même, mais, vu la formation intermédiaire d'un corps endothermique, tel que le percarbonate de soude, qui se décompose aussitôt formé, la réaction s'accomplit plus vite, la température devient plus élevée et la réaction plus vive. Cette conception se trouve en concordance : 1° avec la loi, presque générale, d'après laquelle, dans de pareils cas, la réaction s'accomplit par des réactions intermédiaires donnant lieu à la formation de combinaisons moins stables et 2° avec les travaux de Wolfenstein et Pechtner (¹) qui en faisant passer un courant d'anhydride carbonique sur un mélange de peroxyde de sodium et de glace correspondant à l'hydrate ($Na^2O^2, 8H^2O$) ont préparé des percarbonates de sodium.

La réaction est analogue à la combustion de l'hydrogène dont le premier

(¹) *Berichte der d. chem. Ges.*, t. 41, 1908, p. 280-297.

produit est l'eau oxygénée, combinaison peu stable, type auquel appartiennent aussi les percarbonates.

Action de l'anhydride carbonique sur les mélanges de peroxyde de sodium et de substances facilement oxydables. — Le peroxyde de sodium est un corps très stable ne dégageant pas d'oxygène, même à des températures très élevées. Cela n'arrive pas s'il est mélangé avec des corps oxydables. Rosel et Franc ([1]) ont étudié le mélange de peroxyde et d'aluminium, qui brûle très vivement, même si on l'attaque avec quelques gouttes d'eau. Dugnès ([2]) a expérimenté sur des mélanges de peroxyde avec du coton, du bois, du soufre, du thiosulfate, etc. Bainberger, sur un mélange de charbon et de peroxyde qui prend feu à 300°-400° ([3]).

En dirigeant un courant d'anhydride carbonique sur ces mélanges, la réaction se fait aussitôt avec une extrême violence qui finit quelquefois par une explosion. D'une part, l'action de l'anhydride carbonique élève la température du mélange jusqu'à celle de la combustion du corps mélangé, tandis que d'autre part chaque molécule CO^2 rend libre une molécule d'oxygène *activé*. Ainsi la réaction s'accomplit spontanément.

En substituant le magnésium à l'aluminium l'explosion devient très forte. Le fer brûle aussi dans les mêmes conditions, sans donner lieu à une explosion. Le produit fond et la réaction continue très vive lorsqu'on ajoute peu à peu du fer en poudre qui se transforme finalement en Na^2FeO^4.

Un mélange de peroxyde et de zinc ne se met pas en réaction par l'anhydride carbonique, mais il brûle néanmoins assez vivement s'il est chauffé fortement. Le cuivre en poudre très fine se comporte de la même façon, mais la réaction est plus faible.

Ces réactions s'accomplissent avec la même vivacité au contact de l'air ou dans un tube à combustion ou en verre où l'air est remplacé par l'azote, mais dans ce dernier cas le tube se brise et la réaction devient dangereuse.

CHIMIE MINÉRALE. — *Action du soufre sur la baryte en présence de l'eau.* Note de M. L. Guitteau, présentée par M. A. Haller.

Parmi les persulfures de baryum, le tétrasulfure a été obtenu jusqu'ici soit en faisant bouillir du soufre avec une solution de monosulfure et sou-

---

([1]) *Berichte der d. chem. Ges.*, t. 27, 1894, p. 55.

([2]) *Chem. Zeitung*, t. 22, 1898.

([3]) *Berichte der d. chem.. Ges.*, t. 31, 1898, p. 451.

mettant ensuite à l'évaporation (¹), soit en dissolvant à chaud de la fleur de soufre dans une liqueur saturée de sulfhydrate de sulfure (²). La solution de monosulfure de baryum saturée de soufre à l'ébullition, et qui ne laisse déposer par cristallisation que du tétrasulfure hydraté mélangé de soufre, présente, en outre, cette particularité de contenir exactement 5^{at} de soufre pour 1^{at} de baryum, ce qui correspondrait à un pentasulfure, signalé par Berzélius dans son *Traité de Chimie*, mais qui n'a pu être isolé.

J'ai recherché si, par action du soufre, non plus sur un sulfure de baryum déjà formé, mais sur la baryte elle-même, en présence de l'eau, il ne serait pas possible d'obtenir des combinaisons analogues, et voici les résultats auxquels je suis arrivé :

Si l'on porte à l'ébullition un mélange de 2 parties de baryte hydratée, de 1 partie de soufre et de 25 parties d'eau, on obtient une liqueur possédant à chaud une teinte d'un brun foncé, presque noir. Cette coloration s'atténue par le refroidissement et devient, à la température ordinaire, d'un beau rouge orangé.

La solution, abandonnée à elle-même, se décompose lentement en laissant cristalliser de fines aiguilles d'hyposulfite de baryum hydraté, et en se recouvrant, à la surface, d'une croûte constituée par un mélange de soufre et d'hyposulfite de baryum. Il se dégage en même temps de l'hydrogène sulfuré.

Mais, si l'on évapore plus rapidement à chaud, jusqu'à formation d'une croûte continue à reflets verdâtres ou violacés (c'est-à-dire jusqu'à forte concentration de la liqueur), on trouve sous cette croûte, après refroidissement et repos, de volumineux prismes rouges de tétrasulfure de baryum, répondant à la composition BaS^4, H^2O, mélangés de soufre et d'hyposulfite.

Enfin, la solution orangée qui permet d'obtenir ainsi le tétrasulfure de baryum renferme, avec beaucoup de constance, une proportion de baryum et de soufre correspondant à 1 atome du premier pour 5 atomes du second.

Le persulfure BaS^5 qui paraît, de la sorte, exister en solution, est instable, et c'est sa décomposition exprimée, selon toute vraisemblance, par l'équation

$$2BaS^5 + 3H^2O = BaS^4 + S^2O^3Ba + 3H^2S + S$$

qui fournit les composés que j'ai obtenus dans mes essais.

(¹) SCHOENE, *An. Ph. Ch. Pogg.*, t. **112**, 1861, p. 193.
(²) VELEY, *J. chem. Soc.*, t. **49**, 1886, p. 369.

MINÉRALOGIE. — *Sur les liquides cristallins obtenus par évaporation d'une solution.* Note de M. **Paul Gaubert.**

Les solutions sursaturées laissent parfois déposer la substance dissoute sous une ou plusieurs formes instables à la température à laquelle se fait le dépôt. Quelquefois même c'est à l'état liquide (soufre) que le corps se sépare. Dans cette Note je vais examiner quelques cas dans lesquels c'est sous la forme de cristaux liquides que se dépose la substance en dissolution.

Anisal-p-amidoazotoluol. — Les cristaux liquides obtenus par fusion sont optiquement positifs, par conséquent dépourvus de pouvoir rotatoire et sans teintes épipoliques. Par évaporation sur une lame de verre d'une solution de ce corps dans l'éther, la benzine, le toluol, le chlorure de méthylène, le chloroforme, le sulfure de carbone, etc., il se produit une phase liquide biréfringente dont la couleur est verte par réflexion. Un examen approfondi des propriétés du liquide montre que la couleur verte est d'abord due à l'existence de cristaux liquides, très instables, optiquement négatifs, et ensuite au mélange de la couleur bleue réfléchie par les petits sphérolites de la phase optiquement positive et la couleur jaune rougeâtre de la substance. Peu à peu la couleur verte disparaît par suite de la transformation des sphérolites dont les particules s'orientent de manière que l'axe optique soit perpendiculaire à la lame de verre.

Le liquide biréfringent ainsi obtenu ne persiste que quelques minutes; il se solidifie en donnant naissance à deux formes instables différentes de celle produite par le liquide anisotrope obtenu par fusion et qui est stable (forme α). On observe en effet :

1° Des sphérolites, dont les fibres très transparentes, peu biréfringentes à allongement optique négatif, montrent une teinte verdâtre par réflexion (forme β);

2° Des sphérolites dont la vitesse d'accroissement est plus faible que celle des précédents; aussi sont-ils beaucoup plus petits. Ils sont presque opaques à cause de leur fibrosité (forme γ).

La deuxième forme, plus stable que la première, peut persister plusieurs jours à la température ordinaire, mais à 65° il ne se produit que la forme stable α.

Anisalaminocinnamate d'éthyle. — Par évaporation d'une solution dans le chlorure de méthylène, les deux phases liquides cristallines connues

peuvent se produire sur une lame de verre. Le résultat est meilleur en opérant à 50° avec le chlorure d'acétylène. La phase s'orientant perpendiculairement à la lame de verre donne de belles images en lumière convergente.

p-azoxyanisol. — La phase liquide biréfringente ne s'obtient facilement qu'avec de petites gouttes et ne persiste que quelques secondes à la température ordinaire. Elle passe à une forme solide très instable qui donne la forme stable au bout de peu de temps.

Éthers-sels de la cholestérine (1). — Le caprinate est le seul qui m'ait donné à la température ordinaire la forme liquide biréfringente à cristaux optiquement négatifs par évaporation d'une solution. Ce qui est à remarquer, c'est que les cristaux liquides optiquement positifs ne se produisent pas par transformation de la phase négative.

Les mélanges de caprinate et de propionate donnent très facilement des cristaux négatifs pouvant persister plusieurs heures à la température ordinaire. L'addition d'une petite quantité d'anisal-*p*-amidoazotoluol ($\frac{1}{20}$ par exemple) augmente beaucoup la stabilité de la phase biréfringente de ces mélanges; aussi peut-on la conserver parfois plusieurs jours.

Cyanbenzalalamocinnamate d'amyle actif. — Ce corps fournit des résultats intéressants. La phase liquide biréfringente, dont les cristaux sont optiquement négatifs, s'obtient avec la plus grande facilité sur une lame de verre et avec les solvants déjà indiqués. Les cristaux liquides, bien que ne persistant pas plus d'une minute et même beaucoup moins, s'orientent de manière que leur axe optique soit perpendiculaire à la lame. En général, c'est la teinte épipolique rouge qui apparaît la première, contrairement à ce qui a lieu pour les liquides obtenus par fusion. Le liquide anisotrope en se solidifiant donne deux formes cristallines instables; on observe sur la lame de verre :

1° De grands sphérolites incolores à larges fibres dont l'allongement optique est négatif (forme β);

2° Des sphérolites de couleur jaune beaucoup plus petits que les précédents, moins biréfringents et avec une vitesse d'accroissement beaucoup

---

(1) F.-M. Jæger a obtenu le valérianate de cholestérine à l'état de liquide cristallin en ajoutant de l'acétone à une solution saturée à froid de ce corps dans l'acide acétique (*Akad. d. Wiss.*, Amsterdam, 1907, p. 489).

plus faible. Leurs fibres radiales sont très fines et à allongement optique positif (forme γ).

Les sphérolites de la première forme persistent quelques heures, ceux de la seconde passent habituellement à la forme stable α au bout d'une heure environ. L'action de la chaleur provoque la transformation immédiate des deux modifications.

Les propriétés optiques des sphérolites de la forme γ sont très intéressantes. L'addition d'une petite quantité de vert de méthyle ou de vert malachite les met bien en évidence. Il faut employer le chloroforme comme solvant. Examinés au microscope et en lumière naturelle, ces sphérolites, qui ont la forme d'une lentille plus ou moins aplatie, montrent au centre une tache grise enveloppée d'une zone plus claire entourée elle-même par la partie périphérique plus foncée. Observés avec le nicol inférieur dont la section principale est dans la direction NS, les secteurs NE et SO sont plus colorés que les deux autres. Si le nicol est placé au-dessus avec la même orientation, ce sont les deux autres secteurs qui sont les plus colorés comme si le nicol avait tourné de 90°. Par conséquent, avec les deux nicols croisés, l'absorption de la lumière ne se fait que sur deux quadrants opposés. Si les sphérolites sont minces ou peu colorés, on observe en outre la croix noire dont les bras coïncident avec les sections principales des nicols; mais si les sphérolites sont épais ou plus colorés, les deux bras ne sont pas à angle droit, mais forment un angle aigu dans les secteurs absorbant la lumière. Pour qu'ils fassent un angle droit, il faut tourner l'un des nicols. Parfois la croix n'est pas visible à cause de la forte absorption de la lumière produite dans les deux secteurs par suite du polychroïsme. Ces sphérolites possèdent donc les propriétés des gouttes anisotropes de O. Lehmann (première position principale), propriétés dues à l'arrangement hélicoïdal des particules cristallines; du reste une plage contenant un grand nombre de ces sphérolites dont les dimensions ne dépassent pas $\frac{1}{200}$ de millimètre de diamètre constitue un polariseur circulaire.

Ce mode de production des cristaux liquides par évaporation d'une solution permet de mesurer leurs indices à la température ordinaire. Il suffit de faire l'évaporation sur la face plane de la lentille demi-boule d'un réflectomètre.

MINÉRALOGIE. — *L'orientation des liquides anisotropes sur les cristaux.* Note de M. F. Grandjean, transmise par M. L. De Launay.

L'orientation des liquides anisotropes sur leur phase solide cristallisée a été signalée par tous les observateurs; mais on la considérait comme une relation entre arrangements différents de molécules identiques. On considérait même le plus souvent les deux orientations comme parallèles, la « direction des molécules ne changeant pas malgré la fusion », sans bien

préciser en quoi consistait ce parallélisme entre un corps biaxe (le solide) et un corps uniaxe (le liquide).

Il semble que l'orientation du liquide anisotrope sur sa phase solide soit un cas particulier d'un phénomène plus général s'appliquant à tous les cristaux.

M. Mauguin a fait connaître (*Comptes rendus*, t. 156, 1913, p. 1246) un premier exemple d'orientation, celle que donne la muscovite.

J'ai essayé un grand nombre d'autres minéraux et cinq liquides anisotropes : l'azoxyphénétol, l'azoxyanisol, l'anisaldazine, les azoxybenzoate et cinnamate d'éthyle. Des gouttes de ces liquides déposées sur les clivages ont donné des plages d'orientation absolument déterminée. Par exemple, l'*orpiment* sur le clivage g^1 (010) oriente les cinq liquides parallèlement à ses sections principales; la *blende* sur le clivage b^1 (011) parallèlement aux diagonales de la face rhombique du dodécaèdre; le *sel gemme* et la *sylvine* sur le clivage p (001) parallèlement aux diagonales de la face du cube et à des directions supplémentaires pour l'anisaldazine et l'azoxycinnamate. Les minéraux hexagonaux ou pseudohexagonaux, comme la *brucite*, la *leadhillite*, la *phlogopite*, le *talc*, donnent pour chaque liquide trois orientations à 60° les unes des autres, etc.

Dans une fente de clivage pour laquelle les deux parois ont rigoureusement conservé leurs positions relatives, on obtient deux types de plages:

1° Des plages à structure parallèle, c'est-à-dire dont l'axe optique a une orientation unique. Ces plages sont toujours orientées comme celles qui reposent sur le clivage par un seul contact.

2° Des plages à structure hélicoïdale dont les sections principales inférieure et supérieure ont des orientations de plages à structure parallèle. Dans la plupart des cas on trouve toutes les structures hélicoïdales compatibles avec cette condition, tordues à droite ou à gauche.

L'orientation n'est bonne que si le clivage est parfait et la surface rigoureusement propre et plane. C'est un phénomène général, par cela même très différent de l'orientation d'un cristal sur un autre. Il n'en a pas le caractère exceptionnel, exigeant certains rapports numériques et géométriques entre les réseaux.

Les liquides anisotropes du groupe de l'azoxyphénétol (azoxyanisol, anisaldazine, etc.) paraissent s'orienter toujours, quand le clivage est parfait. Ceux à coniques focales (azoxybenzoate et cinnamate d'éthyle, etc.) s'orientent moins facilement, mais le font cependant dans le plus grand nombre de cas.

BOTANIQUE. — *Sur les variations biologiques d'une Laminaire* (Saccorhiza bulbosa). Note de M. C. **Sauvageau**, présentée par le Prince Bonaparte.

Nos connaissances sur la biologie des Algues marines habitant la limite des basses eaux progressent fragmentairement à cause des difficultés matérielles de leur étude. D'autres difficultés surgissent quand une espèce ne se comporte pas identiquement partout, ce qui arrive pour le *Saccorhiza bulbosa*.

En 1896, Phillips affirma l'annualité du *S. bulbosa* après deux excursions faites à Anglesey (mer d'Irlande) en mars et octobre 1895. Jusque-là, sans doute à cause de sa grande taille et parce que d'autres Laminaires océaniques vivent plusieurs années, on admettait qu'il est vivace. Or le phénomène est plus net à Guéthary (Basses-Pyrénées) qu'à Anglesey; je l'y ai suivi en 1914, 1915, 1916 et s'il était aussi indiscutable sur les côtes de la Manche, si fréquemment étudiées par les algologues, on l'eût, de toute évidence, remarqué plus tôt.

Le *S. bulbosa* y atteint sa taille maximum en juillet et août; puis diminue graduellement, car son allongement ne compense plus l'usure des sommités ou cesse complètement; la fructification apparaît en août, mais elle est encore rare. En octobre, beaucoup d'individus sont fructifiés sur le stipe et sur la lame, déversant un nombre prodigieux de zoospores; toutes les lanières de la lame sont écourtées et largement tronquées, aussi bien sur les grands individus que sur ceux de développement imparfait, fertiles ou stériles; le phénomène semble dépendre de la saison et non de l'état de la plante. D'autre part, la très abondante Patelle, *Helcion pellucidum*, ronge la plante, endommage souvent la base du stipe et les vagues arrachent la partie dressée[1]; les stipes épargnés par l'*Helcion* se dégradent progressivement et, vers la fin de l'automne, la plante, qu'elle ait fructifié ou non, est réduite à son bulbe qui, jusqu'alors, était stérile.

En février et au début de mars, les bulbes sont souvent fructifiés; ceux qui ont résisté à la destruction sont plus ou moins endommagés; ils pourrissent progressivement pour disparaître complètement en avril.

Les premières plantules apparaissent dans la seconde quinzaine de février; les autres en mars et en avril; toutes s'accroissent rapidement; puis on n'en trouve plus avant l'année suivante. Le *S. bulbosa* acquiert donc tout son développement en quelques mois. D'ailleurs, la flore algologique de la saison froide est pauvre; les *Ulva Lactuca*, *Dictyota dichotoma*, *Dictyopteris polypodioides*, pour citer seulement certaines espèces qui accompagnent le *S. bulbosa*, réapparaissent en même temps. Cette périodicité est aussi nette que celle des plantes terrestres concordant, par exemple, dans le

---

(1) C. Sauvageau, *Sur le développement et la biologie d'une Laminaire* (Saccorhiza bulbosa) (*Comptes rendus*, t. 160, 1915, p. 445).

Nord, avec l'élévation de température ou, sous les tropiques, avec la saison pluvieuse.

Les plantules se rencontrent donc pendant trois mois seulement, bien que l'émission des zoospores dure plus de sept mois consécutifs. Or celles d'avril proviennent de zoospores récemment émises par les bulbes, et non de prothalles âgés ou d'embryospores dormantes, car on les trouve fréquemment fixées sur les haptères de jeunes individus nés à la fin de l'hiver; l'origine des plantules de février et de mars est vraisemblablement la même. Par suite, les sores des bulbes suffisent à reproduire la plante et, puisque des sores récoltés soit en octobre (sur la lame ou sur le stipe), soit à la fin de l'hiver, m'ont fourni des prothalles et des plantules identiques, c'est qu'une cause n'agissant pas sur les cultures empêche les zoospores de germer, dans la nature, du milieu de l'été jusqu'au début de l'hiver, ou, peut-être mieux, détruit les prothalles et les plantules. Les facteurs habituellement invoqués dans l'interprétation des phénomènes phénologiques, chaleur, lumière, humidité, semblent ici hors de cause. L'énorme quantité de zoospores émises par un *Saccorhiza* suggère d'ailleurs l'idée que l'espèce est soumise à de puissants agents de destruction. Si les intempéries peuvent anéantir un nombre considérable de jeunes individus lors des marées d'équinoxe, comme je m'en suis rendu compte le 12 mars 1914, par un soleil trop vif pour la saison, et le 5 mars 1916 en herborisant sous la neige, néanmoins, l'extermination n'est pas totale et les marées moins amples de novembre à février seraient sans effet sur de jeunes *Saccorhiza*. Plusieurs minuscules Gastropodes, probablement les mêmes Rissoïdés qu'abritent les touffes d'*Halopteris scoparia* (¹), pullulent à Guéthary, rongent et détruisent les plantules de préférence à celles des autres algues brunes; toutefois, malgré l'importance de leurs dégâts, il est invraisemblable qu'aucune d'elles ne leur échappe à certaines époques de l'année. Cette cause inconnue est peut-être celle qui détruit les *Himanthalia Lorea, Cystoseira concatenata, Sargassum vulgare* absents à Guéthary bien que les courants y apportent chaque année une quantité considérable d'œufs et d'embryons (²).

De germination facile et de croissance rapide, longtemps et abondamment fructifère, le *S. bulbosa* devrait cependant, sous un climat tempéré, constamment posséder des représentants de tout âge. Il en est probablement ainsi sur la côte nord de l'Espagne; car, en 1896 (³), j'ai vu à San Vicente de la Barquera et à Gijon en septembre, à Rivadeo en octobre et à La Corogne au début de novembre, un mélange d'individus à tous les états du développement. La flore algologique de cette région ressemblant plus à celle de Bretagne qu'à celle du golfe de Gascogne, j'ai recherché comment le *Saccorhiza* se comporte à Roscoff (Finistère), où j'ai séjourné en avril et

---

(¹) C. Sauvageau, *Remarques sur les Sphacélariacées*, Bordeaux, 1900-1914, p. 357.

(²) C. Sauvageau, *Sur le* Cystoseira granulata *et la difficulté de naturalisation de quelques autres Algues dans le golfe de Gascogne* (*Comptes rendus de la Société de Biologie*, t. 67, 1909).

(³) C. Sauvageau, *Note préliminaire sur les Algues marines du golfe de Gascogne* (*Journal de Botanique*, t. 11, 1897).

en septembre 1916; en outre, j'ai reçu du Laboratoire de copieux envois en octobre et novembre 1915, janvier, février et juin 1916 [1].

Le *S. bulbosa* couvre à Roscoff une étendue infiniment plus grande qu'à Guéthary et devient énorme, car j'ai vu des stipes longs de 2^{m} et épais de 1^{cm}, des lames de 3^{m} de rayon et un bulbe isolé de 50^{cm} de plus grand diamètre; les godrons prennent de vastes proportions et constituent le principal support de la fructification, bien que les bulbes se couvrent parfois de sores avant toute autre partie de la plante. Il n'est plus le seul représentant du groupe et les *Laminaria saccharina*, *flexicaulis*, *Cloustonii* y abondent aussi.

A la fin de septembre, on a l'impression très nette que le *S. bulbosa* disparaît. Le stipe devient plus mou, les lanières de la lame sont courtes et largement tronquées, des stipes sont même décapités, les mèches d'Ectocarpées envahissent le tout; les dégâts causés dans les champs de Laminaires par les marins soudiers, qui fauchent le goémon de fond, gênent parfois l'observation, mais je l'ai vu dans le même état sur les rochers que les soudiers n'atteignent pas. Il est tellement épais dans toutes ses parties que l'*Helcion* l'endommage relativement peu et les stipes coupés transversalement sont rares; la partie dressée disparaît donc par usure naturelle. D'ailleurs, si le *Saccorhiza* souffre à Roscoff de la *concurrence vitale* qui s'exerce entre les Laminaires pour l'occupation des rochers, il bénéficie d'une *protection réciproque* vis-à-vis de l'*Helcion*, qui dissémine son action nuisible sur les autres espèces dont il est aussi friand.

Cependant cette dégradation saisonnière semble atteindre seulement les individus âgés; on trouve, en effet, des individus jeunes et adultes de tout âge et en parfait état. Aux autres époques de l'année, la végétation du *Saccorhiza* est très variée; on rencontre constamment des individus fructifères et des plantules.

A Roscoff, comme à Guéthary, la plante acquiert sa taille maximum en 5 à 6 mois et accomplit en moins d'un an le cycle complet de son évolution; toutefois, l'observateur qui n'aurait pas constaté la disparition automnale d'un grand nombre d'individus manquerait de points de repère pour en évaluer la durée et, si le *Saccorhiza* présente le même phénomène sur les autres côtes de la Manche, on conçoit que les auteurs n'aient pas reconnu plus tôt son annualité.

---

(1) J'adresse mes remercîments à l'Académie, qui m'a facilité ces déplacements en m'attribuant une subvention sur le Fonds Bonaparte, et à M. Yves Delage, directeur du Laboratoire, pour son bienveillant accueil.

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Sur la composition pigmentaire de l'hépatochlorophylle.* Note (1) de MM. **Ch. Dhéré** et **G. Vegezzi**, présentée par M. A. Dastre.

Nos recherches ont porté sur l'hépatochlorophylle de l'escargot (*Helix pomatia*). En admettant, avec Dastre et Floresco (2) et avec Mac Munn (3), que cette chlorophylle est d'importation alimentaire, d'origine végétale, on est amené à se demander si le foie de l'escargot ne fixe pas *tous* les pigments que renferment les feuilles vertes, pigments dont l'ensemble constitue la « chlorophylle brute » et qui appartiennent à deux catégories : les *chlorophyllines* (α et β) et les *carotinoïdes* (carotine et xanthophylle) (4). Ces deux catégories de matières colorantes présentent, comme on le sait, des propriétés optiques bien différentes : en solution dans l'éther éthylique, par exemple, les chlorophyllines absorbent très fortement certaines radiations rouges et offrent une fluorescence rouge extrêmement intense; les carotinoïdes, au contraire, n'absorbent sélectivement que des radiations bleues et violettes et ne possèdent aucune fluorescence rouge.

Préparation de la solution d'hépatochlorophylle. — Les foies provenant de trois cents escargots, nourris de feuilles vertes, puis soumis à un jeûne absolu de 40 jours, furent broyés dans un mortier avec du sable et un peu de craie. La pulpe hépatique fut mise à digérer dans un mélange d'éther de pétrole et d'alcool éthylique, le tout étant fréquemment agité. Par le repos, il se forma deux couches liquides : une couche alcoolo-aqueuse, brun foncé, et, au-dessus, une couche éthérée contenant les pigments chlorophylliens. Cette dernière couche fut recueillie à part et lavée avec de l'eau, dans un entonnoir à séparation, jusqu'à élimination complète de l'alcool.

Pour isoler les divers pigments contenus dans la liqueur, on la fit passer sur une colonne de craie (*analyse chromatographique par adsorption* de Tsvett). On observa alors la formation de quatre zones; à savoir, de haut en bas : I, une zone *jaune;* II, une zone *verdâtre;* III, une zone *grisâtre* (la plus haute); IV, une zone *jaune.*

---

(1) Séance du 9 octobre 1916.

(2) *Comptes rendus*, t. 128, 1899, p. 398-400.

(3) *Proc. Roy. Soc. of London*, t. 64, 1899, p. 436-439; et *Philos. Trans. Roy. Soc. of London*, t. 193, 1900, p. 1-34.

(4) Nous adoptons, dans cette Note, la terminologie proposée par Tsvett.

Cette dernière zone disparut par entraînement quand, à la fin de l'opération, on lava la colonne avec de l'éther de pétrole, car il s'agit d'un pigment qui n'est pas sensiblement adsorbé et qui se comporte, à ce point de vue, comme la carotine.

Les zones II et III renfermaient les chlorophylles proprement dites, non pas d'ailleurs à l'état de chlorophyllines, mais à celui de *chlorophyllanes* (chlorophyllines modifiées par l'action des acides faibles) [1].

Décrivons les caractères optiques de chacun de ces pigments, dissous (après purification) dans l'éther éthylique, en commençant par les chlorophyllanes.

1° *Hépatochlorophyllane* α. — Ce pigment, de beaucoup le plus abondant, formait la zone III. La solution était d'un vert olivâtre; et, après dilution, elle montrait, à l'examen spectroscopique, même sous une épaisseur où elle semblait presque incolore, une bande bien nette située dans le rouge et ayant pour axe $\lambda 666^{\mu\mu}$. En augmentant l'épaisseur, on parvint à voir sept bandes dont la situation et l'intensité relative correspondaient à celles des bandes de la chlorophyllane α pure (préparée à partir de chlorophylle des feuilles traitée par l'acide oxalique).

2° *Hépatochlorophyllane* β. — Le pigment de la zone II fournit une liqueur d'un jaune verdâtre qui, placée dans un faisceau de rayons violets et ultraviolets, offrait, comme la solution d'hépatochlorophyllane α, une magnifique fluorescence rouge. Quant au spectre, il était bien différent : aucune absorption appréciable au voisinage de l'axe de la bande principale de la chlorophyllane α; par contre, deux fortes bandes d'absorption, l'une (dans le rouge) ayant pour axe $\lambda 654^{\mu\mu}$, l'autre (dans l'indigo) ayant pour axe $\lambda 434^{\mu\mu}$. A côté de ces deux bandes, absolument caractéristiques, on voyait, sous une épaisseur suffisante, cinq autres bandes coïncidant avec celles de la chlorophyllane β préparée directement à partir des feuilles.

3° *Hépatoxanthophylle*. — Si l'on veut obtenir ce pigment à l'état optiquement pur, il convient, après avoir traité la zone supérieure par l'alcool éthylique, d'ajouter à la solution un volume égal d'alcool méthylique saturé de potasse. Les chlorophyllanes contenues dans la liqueur sont transformées en dérivés solubles dans l'eau, faciles à éliminer par lavage, tandis qu'on extrait par l'éther la xanthophylle inaltérée (procédé de Willstätter et Mieg). Notre hépatoxanthophylle, ainsi purifiée, était dépourvue de toute fluorescence et de tout pouvoir d'absorption sélective

---

(1) Cette altération des chlorophyllines est produite par la bile, normalement *acide*.

pour les rayons rouges et orangés; elle montrait, dans le bleu, deux bandes ayant respectivement pour axes $\lambda 476^{\mu\mu}$ et $\lambda 446^{\mu\mu}$.

4° *Hépatocarotine.* — Ce pigment (zone IV), qui n'est pas adsorbé par la craie, fut obtenu d'emblée à l'état optiquement pur. Il ne possédait qu'une légère fluorescence verdâtre [1] et offrait deux bandes d'absorption ayant respectivement pour axes $\lambda 482^{\mu\mu}$ et $452^{\mu\mu}$ [2].

Conclusions. — Chez l'escargot, l'*hépatochlorophylle* (en désignant globalement par ce terme *tous* les pigments chlorophylliens qui se trouvent dans le foie) a, en somme, la même composition pigmentaire que la « chlorophylle brute » des feuilles vertes; elle est constituée par un mélange de chlorophyllines α et β modifiées (*chlorophyllanes* α et β) et de carotinoïdes (*carotine* et *xanthophylle*).

Nous avons pu isoler ces quatre pigments chlorophylliens à l'état de *pureté optique*.

La constatation de la *présence de la chlorophyllane* β nous semble particulièrement intéressante, car jusqu'à présent, on n'avait pas encore signalé l'existence *chez les animaux* de chlorophyllane β (ou de chlorophylline β).

En ce qui concerne *l'origine* de l'hépatochlorophylle, nos résultats conduisent évidemment à admettre qu'il s'agit là d'une *chlorophylle introduite* par la nourriture végétale; c'est-à-dire qu'ils corroborent entièrement la conclusion que, pour d'autres motifs, Dastre et Floresco, puis Mac Munn ont tirée de leurs recherches sur ce sujet.

ÉNERGÉTIQUE PHYSIOLOGIQUE. — *Éducation sensitive et appareils de prothèse. Les résultats.* Note de M. **Jules Amar**, présentée par M. Laveran.

L'éducation de la sensibilité tactile doit accompagner, chez les amputés, la rééducation fonctionnelle des moignons, *avant toute application des appareils de prothèse.*

J'ai montré que ce but est atteint rapidement si l'on fait usage de la

(1) Cf. Ch. Dhéré, *Détermination photographique des spectres de fluorescence des pigments chlorophylliens* (*Comptes rendus*, t. 158, 1914, p. 64).

(2) Pour plus de détails, consulter G. Vegezzi, *Thèse de doctorat ès sciences*, Fribourg (Suisse), 1916.

technique à la fois simple et rigoureuse, précédemment décrite ([1]). Voici, maintenant, quelques-uns des résultats obtenus :

1° Sur la *platine esthésiographique*, la pointe d'ivoire est perçue très nettement, elle est parfaitement localisée par l'amputé. La perception est délicate au voisinage de la cicatrice du moignon, comme à la surface latérale interne (côté ventral). Sur les lambeaux, au contraire, elle est obtuse, et nécessite un contact prolongé à une pression assez élevée.

Au début de l'éducation sensitive, un moignon de bras ou d'avant-bras décèle la pointe quand elle émerge de 5^{mm} à 6^{mm} au moins, et en appuyant dessus avec une force de 400^{g} à 500^{g}.

Au terme de l'éducation, la pointe sera sensible à toute *la surface* cutanée, l'émergence étant à peine de $0^{mm},5$, et la pression de 2^{cg} à 15^{cg}. La durée du contact est de $\frac{1}{5}$ de seconde environ.

Ces valeurs expriment des *moyennes* obtenues à la suite d'un entraînement physiologique de 2 à 3 mois, et sur une cinquantaine d'amputés, dont un aveugle mutilé des deux bras.

Suivant le segment de membre considéré, les progrès sont plus ou moins rapides et l'acuité sensitive plus ou moins grande. En particulier, les moignons des doigts s'éduquent facilement : phalanges et phalangines acquièrent une sensibilité tactile égale aux deux tiers, parfois aux trois quarts de celle des phalangettes normales les plus sensibles. Il en est de même sur la paume de la main; la diminution n'étant bien accusée que dans la région de l'éminence thénar et sur le poignet.

Toutefois les conditions sont pleinement satisfaisantes pour l'exercice régulier du membre.

On peut estimer que l'éducation des moignons, même après un an d'inactivité, et si atrophiés soient-ils, leur donne assez de force et de sensibilité pour que le rendement des appareils de prothèse en bénéficie dans une très large mesure. Les doigts artificiels, par exemple, appliqués aux phalanges ou aux métacarpiens réalisent tous les mouvements avec une rare précision.

Nombreux déjà les mutilés qui m'ont prouvé la véracité de ces faits par l'exercice quotidien de leurs métiers : tels un ébéniste, un sculpteur, un typographe, un horloger, un tailleur, etc.

2° Le *bracelet à poids* porté, comme on l'a déjà dit, directement par le

---

([1]) *Comptes rendus*, t. 162, 1916, p. 843 et 888, et t. 163, 1916, p. 335.

moignon, ou par l'organe artificiel, permet de développer la sensibilité à la pression, et d'y réadapter l'amputé.

Tandis que, les premiers jours, une charge de 200^g, placée dans le plateau puis enlevée, ne produit aucun effet sensible sur le bout d'un moignon d'avant-bras, on constate, 40 à 50 jours plus tard, qu'un poids de 5^g est distinctement perçu, et qu'un poids de 10^g fait une impression « environ deux fois plus forte que la précédente ».

Le patient indique, sans erreur, la position du bracelet et le point où la charge le fait agir, à tous les degrés de pronation et de supination du moignon.

Il est aisé de vérifier que la *loi psychophysique*, encore obscure, qui régit les rapports de la sensation de pression avec la valeur en grammes de celle-ci, est autant satisfaite pour le moignon que pour le membre sain, que pour un membre artificiel parfaitement adapté à une sensibilité éduquée.

L'éducation sensitive, venant compléter la rééducation fonctionnelle des moignons, il est clair que tous les amputés en profiteront, mais que ceux-là en seront spécialement favorisés qui auront de bons appareils de prothèse, et surtout l'*intelligence des mouvements*.

Je terminerai en exposant le cas d'un aveugle (énucléation des deux yeux), amputé du bras gauche et de l'avant-bras droit (moignons de 12^{cm} et 13^{cm}). F. S... est marchand de primeurs aux Halles; il est âgé de 41 ans, marié et père de deux enfants; sa dépression morale faisait peine à voir.

Ayant accepté, non sans scepticisme, de se prêter à l'éducation de ses moignons, il ne fut pas long à reconnaître « qu'elle a réellement du bon, qu'on se *sent* davantage ». Tous les signes d'hypoesthésie, de dégénération, ainsi que le *rejet latéral*, apparents à l'origine, cessèrent bientôt. Le phénomène de Weir-Mitchell est, aujourd'hui, à ce point atténué que le patient perçoit sa *main droite*, mais guère sa main gauche, toutes deux absentes.

L'illusion persistante de la main droite démontre que ce qui survit dans la matière nerveuse, c'est la trace de notre activité et de la prépondérance de cette activité dans l'ensemble de nos actes moteurs habituels. Vraisemblablement, un gaucher conserverait l'hallucination de sa main gauche.

Quoi qu'il en soit de cette explication, l'aveugle est parvenu à développer sa sensibilité cutanée d'une manière très frappante. En effet, je place devant lui, sur une table, deux oranges, l'une à peau épaisse et grenue, l'autre à peau fine et lisse. « La première, déclare le patient, après y avoir promené son moignon d'avant-bras, est allongée en forme de citron. Ce n'est pas

une pomme de terre, car elle serait lourde et dure, et je la sens molle, avec de fines aspérités. C'est une orange. » Puis, approchant son nez du fruit, il ajoute : « C'est certainement une *sanguine*. Je reconnais ma marchandise. »

La deuxième orange lui semble, « au premier abord, une pomme de terre ». Il la presse sur la table, la fait rouler dans l'angle du coude, la sent, la compare à la précédente. « C'est encore une orange, dit-il, et à peau délicate ; sa qualité est très bonne. . . J'en ai tant vendu ! »

F. S... vend de nouveau cette même marchandise ; il a rouvert sa boutique où il est aidé de son enfant. Muni de deux excellents bras artificiels, il vaque à ses occupations professionnelles, l'esprit moins sombre qu'auparavant. Il fume la cigarette et plaisante quelquefois.

Je voudrais que l'exemple de cet infortuné nous conseillât une action plus méthodique, plus scientifique dans la rééducation des mutilés, dans l'invention et l'application des appareils de prothèse, afin de ménager le temps, l'argent et le moral.

Conclusion. — La valeur fonctionnelle d'un moignon dépend de sa puissance musculaire et de sa sensibilité. La valeur pratique d'un appareil de prothèse est tout entière dans l'utilisation de cette force des muscles dirigée, rectifiée par l'acuité sensitive. Il résulte de là que l'éducation des moignons et leur réadaptation au mouvement constituent la base rationnelle de la prothèse et du travail des mutilés.

A 15 heures trois quarts l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 16 heures.

A. Lx.